

单片机控制计轴闭塞系统

洪 凌

(计算机中心)

摘 要

本文介绍了单片机计轴闭塞系统的工作原理和结构组成,在计轴信息传输方面,提出采用信息重发(IRP)差错控制方法降低误码率,采用时分法实现计轴信息与电话通讯网线传输。

关键词:计轴;闭塞系统;单片机

0 引 言

随着现代科学技术的迅猛发展,把微计算机应用到生产技术等各个领域已成为广泛的研究课题。为提高日益紧张的铁路运输能力,用现代化技术改造落后的运输设备已是迫在眉睫。计轴闭塞系统是一种新型的区间闭塞设备,它通过计测区间两端出入口所通过的列车轮轴数来检测区间是否空闲,以控制铁路信号的锁闭或开通,从而保证列车在区间内运行的安全和提高区间的通过能力。它较传统使用的轨道电路方式具有如下优点:

- (1) 不受轨道状况、线路状况的影响,抗电气化干扰强;
- (2) 控制距离长,不受区间长度的限制;
- (3) 能检测出区间有否出现丢车现象,提高了列车运行的安全性;
- (4) 能自动确认列车的完整到达,提高了区间的通过能力。

但是,计轴检测的技术难度和复杂性均较轨道电路大,需要很多的逻辑判断与运算,因此,在分立元件时代其成本较高,发展缓慢。随着大规模集成电路技术的发展,微计算机介入,使得计轴检测越来越易于实现,并且成本低,功能强,可靠性高。我国于1978年开始对计轴检测的研制以及引进这项技术。1985年引进了西德劳伦茨公司的AZT-70型计轴设备,在沪杭线上安装试用,实践表明,使用计轴系统提高了行车安全性和铁路通过能力,取得了较大的经济效益。但是,该计轴设备也存在不足之处,其硬件电路仍较复杂,没有微计算机介入,采用集成电路和部分分立元件构成;传感器采用电磁式,当遇到干扰磁场或铁路维修人员金属工具切断传感器磁路时,容易造成计轴设备错误计数,引起信号误动。

本文于1994年3月8日收到

1 单片机计轴闭塞系统

计轴检测与闭塞设备结合构成了计轴闭塞系统。它通过设置在铁路无岔区间两端计轴点的传感器,把驶入区间列车的轴数信息传送给系统,由系统主机进行判别处理并计数,然后通过传输线将获得的列车轴数信息集中一次传送给接车站系统,接车站系统把检测到的驶出区间的列车轴数与从发车站系统接收到的轴数信息比较,当轴数一致时,则自动确认列车是完整到达,区间空闲;否则就是区间占用或出现丢车现象。计轴闭塞系统主要由四部分组成,即主机部分,传感器及接口电路部分,继电半自动闭塞机与结合电路部分,以及计轴信息传输部分。其结构原理图如图1所示。

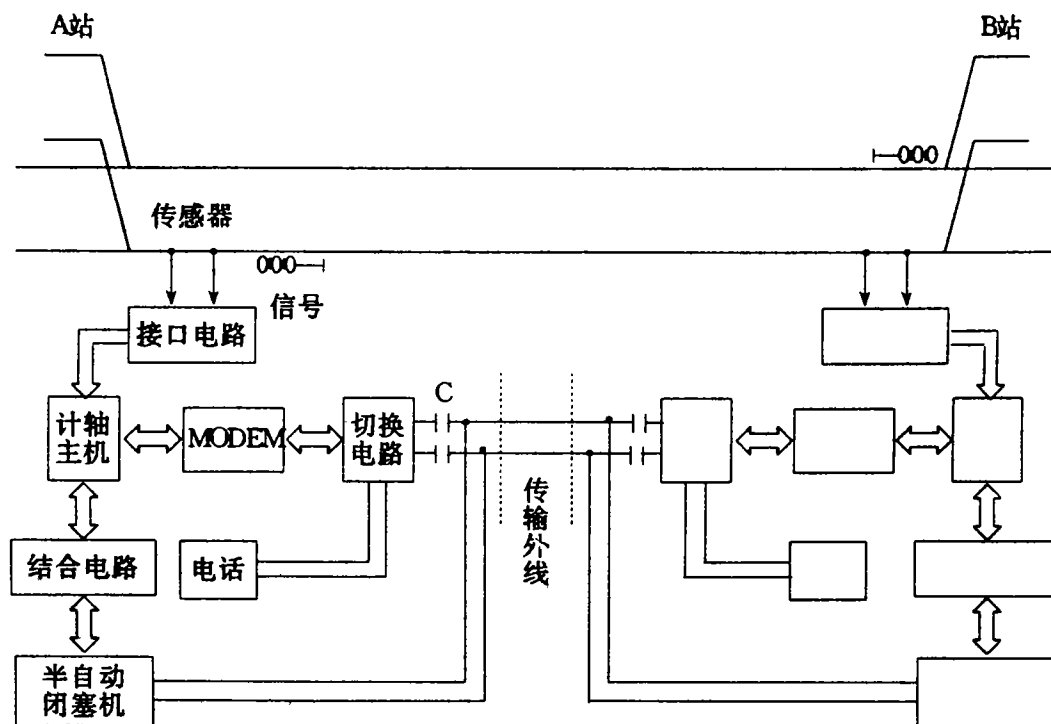


图1 计轴闭塞系统结构原理图

主机部分是计轴闭塞的核心,它完成系统全部的逻辑判断与运算及控制功能。为提高系统的可靠性,采用双MCS-48系列单片机控制,即主机 $\mu C1$ 和辅机 $\mu C2$,都以8039单片机为主体,外加74ls373地址锁存器和2716EPROM以及8243I/O扩展口。主机部分方框图如图2所示。主机 $\mu C1$ 系统主要完成计轴检测、校核、报警、通讯以及控制半自动闭塞机等功

能;辅机 $\mu C2$ 系统主要完成计轴检测、校核以及控制显示电路等功能。整个主机部分始终保持巡检状态,以便随时接收传感器送来的计轴信息,并相应通过结合电路对半自动闭塞机进行控制。其主机 $\mu C1$ 的程序流程图如图3所示。

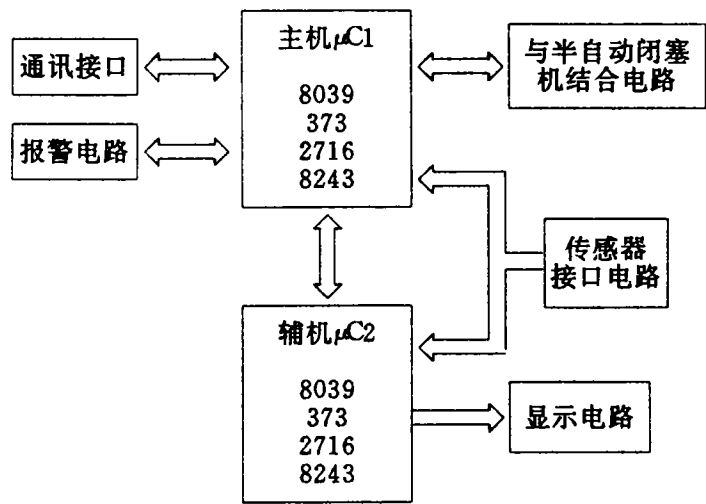


图2 主机方框图

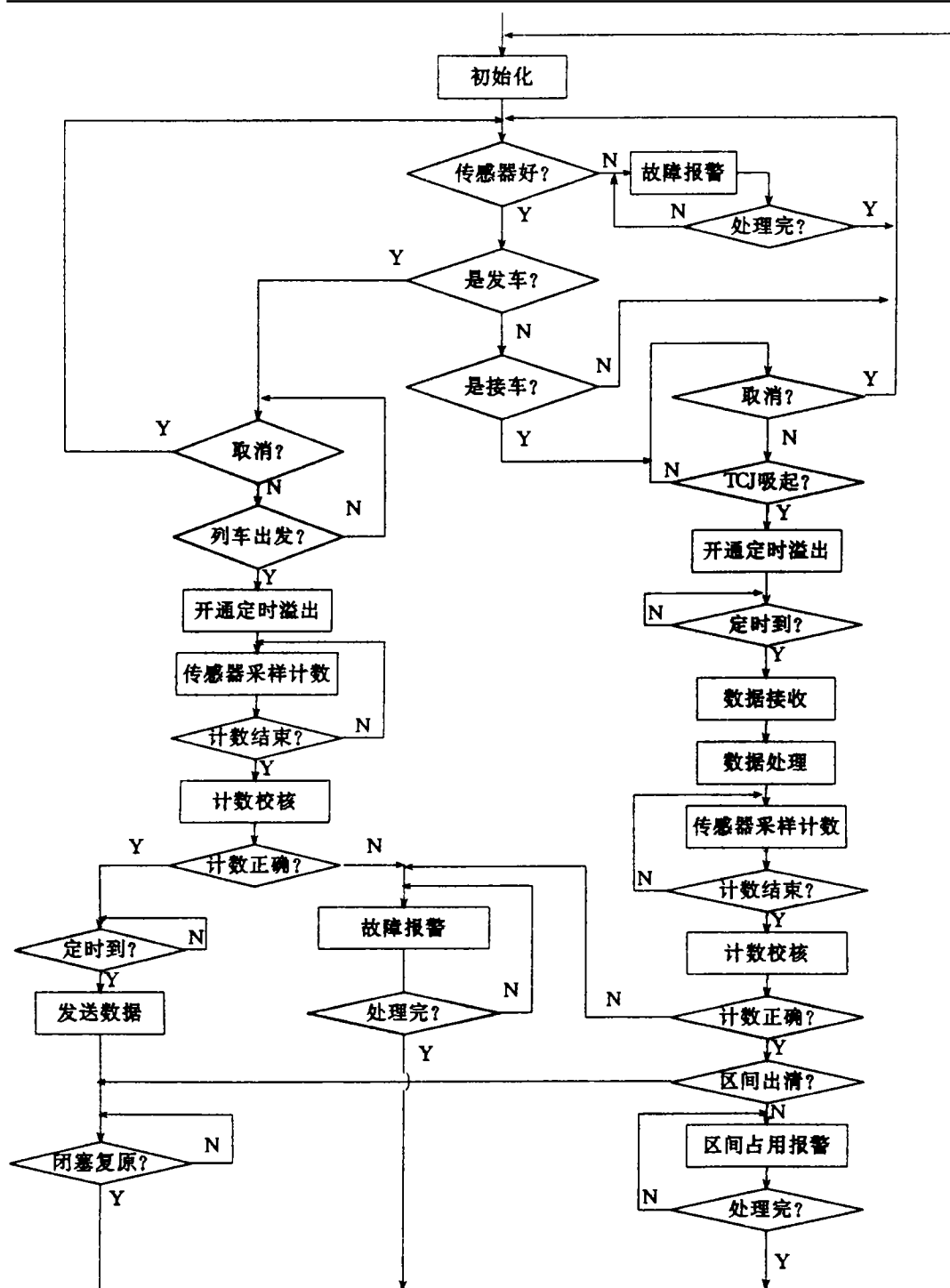
器，其间距略大于列车轮轴间的最大跨度，当前后两传感器所计得的轴数相同时，则认为列车已完全进入区间或已完整到达。由传感器产生的脉冲信号通过接口电路进行放大整形后，再送往主机进行识别和计数。

继电半自动闭塞机及结合电路部分是办理闭塞的执行部件。本系统采用与单线铁路大量使用的 64D 型半自动闭塞机结合使用，很好地利用了原有设备。由于闭塞机本身的完整性和独立性，故主机与之的结合电路原则上不更改原定型电路，并遵循以下原则：

- (1) 一致性：满足值班人员的意图，不改变操作规程。
- (2) 连贯性：各闭塞信号间的相互关系不得更改。

结合电路的作用是使主机既能控制继电器的吸动，又可检测闭塞机的有关继电器的动作状态。在结合电路中，增设了区间占用继电器 QZJ，它的吸起和落下分别表示区间的空闲和占用状态，由于其关系到信号的开放，为防止出现故障时引起误动，把区间占用反映成区间空闲状态，危及行车安全，本系统采用由主机送 100Hz 方波通过驱动电路控制 QZJ 的吸动，从而保证了故障——安全原则。

计轴信息传输部分是区间两站系统间进行信息交流的纽带，是计轴闭塞系统赖以长控制的体现。

图3 主机 $\mu C1$ 程序流程图

2 计轴信息的传输

计轴信息就是指检测通过传感器的一列列车的车轮轴数。本系统用一个字节来表示列车的轴数，它可表示的最大轴数是 255 轴，目前我国最大的列车编组的轴数都小于该数目。为保证数据传输的可靠性，采用了频移键控 FSK 调制方式进行传输，FSK 调制方式具有误码率较低，抗噪声干扰强等特点，并可采用非相干检测解调，易于实现。

在纠错控制方面提出了采用信息重发 IRP (Information Repeat) 的差错控制方式。IRP 方式就是在发送端发送奇数次 ($n \geq 3$) 的信息编码，接收端接收到信息后，逐位根据接收到的“0”或“1”的数目多少来决定该位的取值，对错误少于 $(n-1)/2$ 时能完全纠正。IPR 方式纠错能力强，不需反馈信道，并易于实现，但编码效率较低。因为需传输的信息很少，故以牺牲编码效率来提高传输可靠性是可行的。由于采用串行异步传输，每组编码除计轴信息外，还应加上一位起始码和两位终止码，共计 11 位，按 IRP 方式取 $n=5$ ，则每次传输的总码位数为 55 位，按 300bit/s 速率传输时共需时间为 183.3ms，可见传输时间是很短暂的。

对 FSK 调制方式，其采用非相干检测解调的误码率为：

$$P_e = \frac{1}{2} e^{-S/2N}$$

其中 S/N 为功率信噪比， S 为信号功率， N 为通带内噪声功率。

采用 IRP 方式纠错后，其数据位的误码率为

$$p_{e\alpha} = \sum_{j=\frac{n-1}{2}}^n C_n^j P_e^j (1-P_e)^{n-j}$$

其中 n 为大于 3 的奇数。

由于每组轴数信息是 8 位数据位，故计轴信息的误组率为

$$P_{e\beta} = 1 - (1 - p_{e\alpha})^8$$

本系统传输方案中取 $n=5$ ，其数据位的误码率为

$$p_{e\alpha} = \sum_{j=3}^5 C_5^j P_e^j (1-P_e)^{5-j}$$

根据以上各式，可以计算出在各种信噪比下，采用 IRP 方式纠错前后的误位率和误组率，其数据如表 1 所示，误码率曲线如图 4 所示。

表 1

信噪比 S/N (dB)	未 纠 错 时		IRP 纠 错 后	
	误 位 率	误 组 率	误 位 率	误 组 率
0	0.5	0.9960938	0.5	0.9960938
1	0.3032653	0.9444685	0.1674268	0.7691238
2	0.1839397	0.8033120	0.0463263	0.3157757
3	0.1115651	0.6118454	1.166612E-02	3.966592E-02
4	6.766765E-02	0.4290923	2.792456E-03	2.212262E-02
5	4.104250E-02	0.2848538	6.494918E-04	5.184353E-03

表 1 (续)

信噪比 S/N (dB)	未 纠 错 时		IRP 纠 错 后	
	误 位 率	误 组 率	误 位 率	误 组 率
6	2.489354E-02	0.1826344	1.485595E-04	1.187801E-03
7	1.509869E-02	0.1145954	3.364571E-05	2.689362E-04
8	9.157819E-03	7.095695E-02	7.575151E-06	6.103516E-05
9	5.554499E-03	4.358155E-02	1.699453E-06	1.382828E-05
10	3.368973E-03	2.663624E-02	3.804481E-07	2.861023E-06
11	2.043386E-03	1.623046E-02	8.505879E-08	9.536743E-07
12	1.239376E-03	9.872377E-03	1.900211E-08	1.520169E-07
13	7.517197E-04	5.998194E-03	4.243047E-09	3.394437E-08
14	4.559409E-04	3.642082E-03	9.471713E-10	7.577370E-09
15	2.765423E-04	2.210498E-03	2.113997E-10	1.691198E-09
16	1.677313E-04	1.341105E-03	4.717733E-11	3.774186E-10
17	1.017342E-04	8.136630E-04	1.052772E-11	8.422176E-11

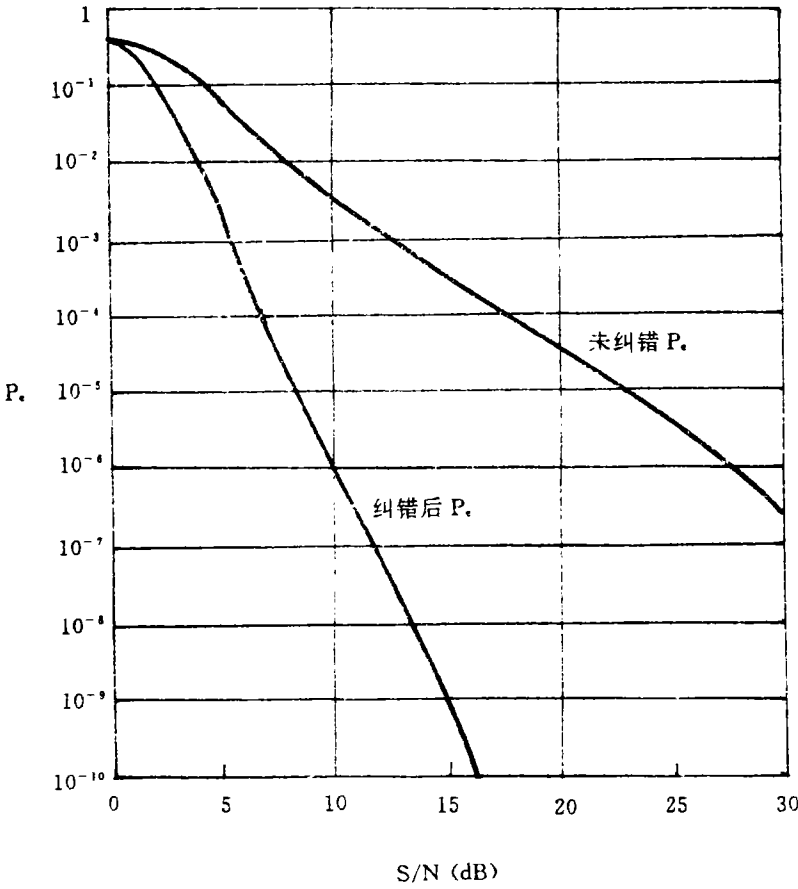


图 4 IRP 纠错前后数据位的误码率曲线

在传输线方面采用时分法与闭塞电话同线传输,增设了数据传输继电器 SCJ,区间两端系统主机以闭塞机的通知出发继电器 TCJ 吸起为其准,同时启动定时器,待定时器到达选定时间(小于列车通过区间的最小时间)时,区间两端系统主机同时控制 SCJ 的吸起,进行电话/数据传输通路的切换,然后进行数据传输,传输完毕后控制 SCJ 落下,恢复电话通路。采用时分法减少了对数据传输通路的干扰,提高了数据传输的可靠性。由于数据传输时间很短,故对电话通路的影响很微小。

为减少硬件复杂性,利用单片机的资源,本系统的计轴信息的传送与接收,IRP 方式纠错处理,以及定时通路切换控制,全部通过编制软件实现。

3 结束语

计轴系统在许多方面优于轨道电路,因此,它是今后铁路信号设备的发展方向。本文就计轴系统与 64D 型半自动闭塞机构成微机控制计轴闭塞系统做了一些工作。不难看出,由于微计算机的介入,本系统具有很大的可扩展性,在不改动很多硬件的情况下,通过开发软件,可以很容易移植用于其它一些铁路设备,如区间全自动闭塞、车站信号联锁、驼峰自动化等。

参 考 文 献

- [1] 洪凌. 计轴闭塞系统及信息传输的研究: [学位论文]. 长沙: 长沙铁道学院
- [2] 徐爱卿等. 单片机微型计算机及其应用. 北京: 北京航空学院出版社
- [3] 洪智良. 一种新的闭塞方式——计轴闭塞. 铁路通信信号, 1987, (4)
- [4] 联邦德国区间计轴闭塞考察报告, 1985
- [5] E. S. Mary. Data Communication
- [6] Z. Weggerf. Error Control Coding and Applications

The Wheel-counting Blocking System Controlled by the Single Chip Microcomputer

Hong Ling

ABSTRACT

This paper introduces the principle of operation and architecture of the wheel-counting blocking system controlled by the single chip microcomputer. About the wheel-counting information transmitting, it introduces a new error-control method (IRP) to reduce the code-error rate. Adopt time-share method to achieve the wheel-counting information and telephone transmitted by a same line.

Key words: Wheel-counting; Blocking system; Single chip microcomputer